

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.3

Цепи постоянного тока

Ознакомьтесь с теорией в конспекте и учебнике ([3], т.2, § 34-36). Запустите программу. Выберите «Электричество и магнетизм» и «Цепи постоянного тока». Нажмите вверху внутреннего окна кнопку с изображением страницы. Прочитайте краткие теоретические сведения. Составьте конспект. (Если вы забыли, как работать с системой компьютерного моделирования, прочитайте “Введение”, с. 5 еще раз.)

Цель работы

- Знакомство с компьютерным моделированием цепей постоянного тока.
- Экспериментальное подтверждение законов Ома и Кирхгофа.

Краткая теория

Определение величины (сила) тока

$$I = \frac{dq}{dt}.$$

Закон Ома для участка цепи: величина (сила) тока, текущего по однородному (в смысле отсутствия сторонних сил) металлическому проводнику, пропорциональна падению напряжения U на проводнике:

$$I = \frac{1}{R}U,$$

где R - сопротивление проводника.

Резистором называется устройство, обладающее заданным постоянным сопротивлением.

Напряжение на резисторе

$$U_R = IR.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + E_{12}}{R},$$

где φ_1 и φ_2 - потенциалы концов участка; E_{12} - ЭДС, действующая на данном участке цепи.

Закон Ома для замкнутой цепи

$$I = \frac{E}{R},$$

где E - суммарная ЭДС, действующая в цепи, R - суммарное сопротивление всей цепи.

Разветвленной цепью называется электрическая цепь, имеющая узлы.

Узлом называется точка, в которой сходится более чем два проводника. Ток, текущий к узлу, принято считать положительным, а ток, текущий от узла, считается отрицательным.

Первое правило Кирхгофа: алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле, равна нулю: $\sum I_k = 0$.

Второе правило Кирхгофа: в каждом из замкнутых контуров, которые можно мысленно выделить в данной разветвленной цепи, алгебраическая сумма падений напряжения равна алгебраической сумме ЭДС.

$$\sum I_k R_k = \sum E_k .$$

При анализе разветвленной цепи следует обозначать с одним индексом ток, протекающий по всем последовательно соединенным элементам от одного узла до другого. Направление каждого тока выбирается произвольно.

При составлении уравнений второго правила Кирхгофа токам и ЭДС нужно приписывать знаки в соответствии с выбранным (как Вам удобно) направлением обхода. Ток принято считать положительным, если он совпадает с направлением обхода, и отрицательным, если он направлен против этого направления.

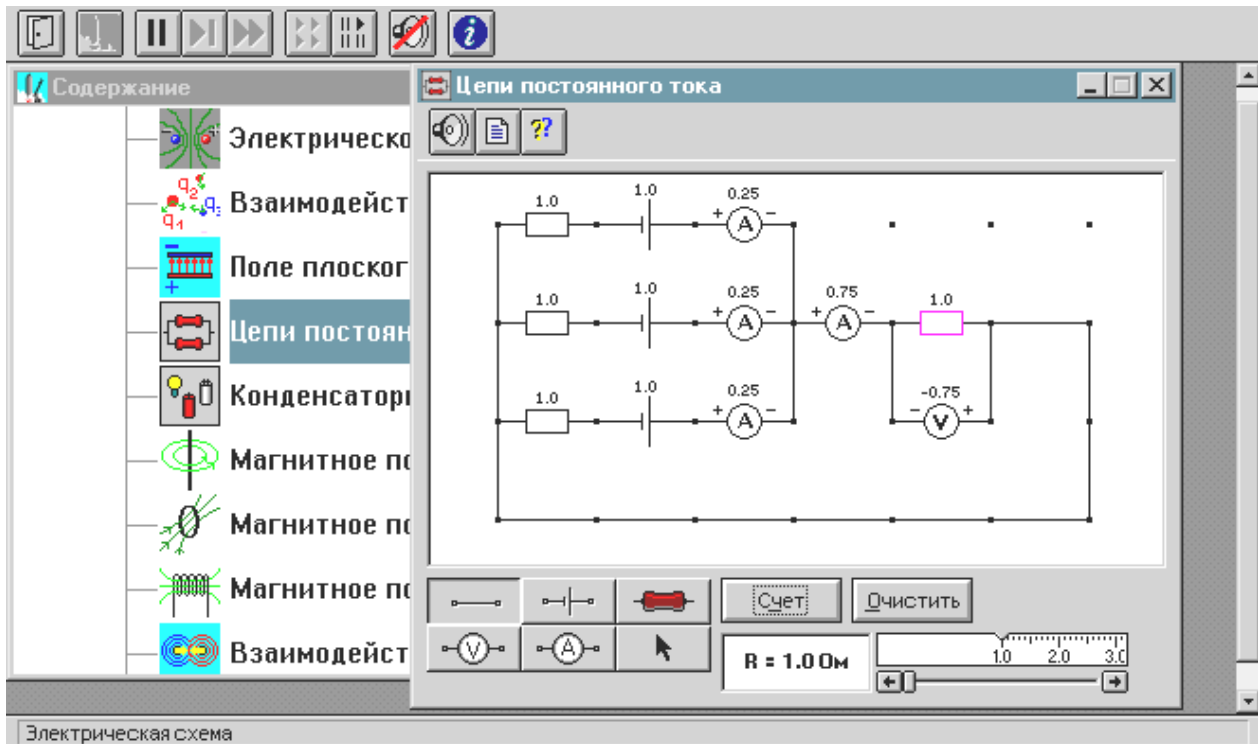
ЭДС считается положительной, если ее действие (создаваемый ею ток) совпадает с направлением обхода.

Количество уравнений, составленных по первому правилу Кирхгофа должно быть на одно меньше количества узлов в данной цепи. Количество независимых уравнений по второму правилу Кирхгофа должно быть таким, чтобы общее количество уравнений оказалось равным количеству различных токов. Каждый новый контур при этом должен содержать хотя бы один участок цепи, не вошедший в уже рассмотренные контуры.

Методика и порядок измерений

В данной лабораторной работе исследуется модель простейшей разветвленной электрической цепи, состоящей из трех источников ЭДС, подключенных параллельно к одному резистору (нагрузке).

Закройте окно теории. Внимательно рассмотрите рисунок, найдите все регуляторы и другие основные элементы и зарисуйте их в конспект.



Нарисуйте в конспекте эквивалентную схему цепи, расположив источники один под другим и учитывая наличие внутреннего сопротивления у каждого источника. Укажите знаки ЭДС, направления токов в каждом участке и направления обхода каждого замкнутого контура. Составьте систему уравнений для нахождения токов в каждом участке.

Получите у преподавателя допуск для выполнения измерений.

Измерения

1. Соберите на экране заданную эквивалентную цепь. Для этого сначала щелкните левой кнопкой мыши над кнопкой ЭДС в нижней части экрана. Переместите маркер мыши на рабочую часть экрана, где расположены точки. Ориентируйтесь на рисунок схемы в описании данной ЛР. Щелкните левой кнопкой мыши в рабочей части экрана, где будет расположен первый источник ЭДС. Переместите маркер мыши вниз на одну клетку и снова щелкните левой кнопкой под тем местом, где расположился первый источник. Там появится второй источник ЭДС. Аналогично разместите и третий источник.
2. Разместите далее последовательно с каждым источником резистор, изображающий его внутреннее сопротивление (нажав предварительно кнопку R в нижней части экрана) и амперметр (кнопка A там же). Затем расположите резистор нагрузки и последовательно соединенный с ним амперметр. Под нагрузкой расположите вольтметр, измеряющий напряжение на нагрузке.

3. Подключите соединительные провода. Для этого нажмите кнопку провода внизу экрана, после чего переместите маркер мыши в рабочую зону схемы. Щелкните левой кнопкой мыши в точке, где проходит провод.

4. Установите значения параметров для каждого элемента. Для этого щелкните левой кнопкой мыши на кнопке со стрелкой. Затем щелкните на данном элементе. Подведите маркер мыши к движку появившегося регулятора, нажмите на левую кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, меняйте величину параметра и установите числовое значение, равное взятому из табл. 1 для вашей бригады.

5. Установите сопротивления резистора нагрузки $R = 1$ Ом. Измерьте значения всех токов и напряжения на нагрузке (щелкнув мышью по кнопке «Счет») и запишите их в таблицу по форме 1. Меняя сопротивление R , повторите измерения параметров и заполните таблицу по форме 1.

Значения ЭДС и внутреннего сопротивления источников
(не перерисовывать)

Табл. 1

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
E_1, E_2, E_3 [В]	3,7,-2	4,-3,-8	3,6,-4	6,-2,-8	-6,5,8	5,8,-4	-4,6,-7	8,-4,6
R_1, R_2, R_3 [Ом]	2,1,1	1,3,1	2,1,2	1,1,2	2,1,1	1,2,1	1,1,2	1,3,1

Результаты измерений

Форма 1

R [Ом]	I_1 [А]	I_2 [А]	I_3 [А]	I [А]	U [В]
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Результаты расчета

Форма 2

I_1 [А]	I_2 [А]	I_3 [А]	I [А]

Обработка результатов и оформление отчета

1. Запишите для вашей цепи решение системы уравнений для всех токов в общем виде.
2. Рассчитайте значения всех токов для каждого сопротивления нагрузки и запишите в таблицу по форме 2.
3. Постройте график экспериментальной зависимости падения напряжения на нагрузке U от тока I через нее.
4. Сформулируйте выводы по графику.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое электрический ток?
2. Дайте определение величины (силы) тока.
3. Дайте определение разности потенциалов (напряжения).
4. Напишите формулу, связывающую разность потенциалов и напряжение.
5. Что такое резистор?
6. Напишите формулу для сопротивления последовательно соединенных резисторов.
7. Напишите формулу для сопротивления параллельно соединенных резисторов.
8. Напишите закон Ома для участка цепи. Сравните его с законом Ома в дифференциальной (локальной) форме.
9. Какой участок цепи называется неоднородным?
10. Запишите закон Ома для неоднородного участка цепи.
11. Какими характеристиками описывается источник ЭДС?
12. Сформулируйте первое правило Кирхгофа. Какое свойство заряда он отражает?
13. Запишите формулу для первого правила Кирхгофа.
14. Сформулируйте второе правило Кирхгофа.
15. Запишите формулу для второго правила Кирхгофа.
16. Что такое узел электрической цепи?
17. Что такое полная электрическая цепь?